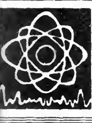
МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
им. А. М. ГОРЬКОГО

ТОПОГРАФИЧЕСКАЯ КАРТА КАК ОСНОВА ГЕОИНФОРМАТИКИ

**Методические указания
к лабораторным работам
для студентов 1 курса физического факультета
специальностей «Астрономия», «Астрономогеодезия»,
«Информационные системы в технике и технологиях
(геоинформационные системы)»**



Екатеринбург
Издательство Уральского университета
2002

Методические указания подготовлены
на кафедре астрономии и геодезии

С о с т а в и т е л и: доцент Т. И. Левитская
ассистент Н. А. Казаченко

Утверждено учебно-методической
комиссией физического факультета
28 ноября 2001 года

Глубокое знание геодезии, высшей геодезии, фотограмметрии, программирования, освоение ГИС-технологий являются основой современных методов создания тематических карт, ведения городского и земельного кадастра, архитектурно-строительной практики.

Методические указания служат дополнением к курсу «Геодезия» и предназначены для выполнения четырех лабораторных работ объемом 16 часов по теме «Топографическая карта как основа геоинформатики».

Основное их назначение – научить студентов самостоятельно выполнять лабораторные работы на основе знаний, полученных на лекциях, практических занятиях и при изучении рекомендованной литературы.

В методических указаниях даются сведения об оформлении листов топографических карт и планов, номенклатуре, координатах, условных знаках и их классификации. Рассматриваются вопросы, связанные с изображением рельефа на топографических картах, изучаются способы ориентирования направлений и приемы измерения длин различных отрезков на карте и на плане с помощью линейного и поперечного масштабов, излагаются способы решения разнообразных инженерных задач на топографической карте.

Одна из лабораторных работ посвящена вопросам дешифрирования участка местности, изображенной на карте масштаба 1 : 10 000, 1 : 25 000, по аэроснимкам; знакомству со стереоэффектом с помощью стереоскопа по паре соседних снимков.

Основная цель, которая должна быть достигнута в ходе выполнения лабораторных работ, заключается в приобретении навыков дешифрирования, опыта самостоятельной работы с топографической картой или планом, умения пользоваться ими в полевых условиях (ориентирование на местности с использованием карты, привязка к местным предметам, чтение и понимание содержания планов и карт по условным знакам), а также навыков создания

цифровых карт на компьютере. Это определит успешное освоение студентами современных ГИС-технологий и их применение в геодезии.

Основные понятия геоинформатики

Геоинформационные системы (ГИС) представляют собой современные средства автоматизированного сбора, хранения, обработки, упорядочения, отображения географически привязанной информации об объектах хозяйствования, поступающих от различных служб – геодезических, земельных, инженерных, экологических, градостроительных и др., на основе которых создаются цифровые карты. ГИС – компьютерная система, источником массивов данных которой являются топографические карты и планы, нормативные и правовые документы [3].

В настоящее время при создании топографических карт и планов используются методы, основанные на концепции хранения графической информации в системах отображения информации (СОИ) в целях ее обработки и наглядного представления пользователю. Цифровая модель небольшого участка местности или значительных территорий в памяти компьютера, являющаяся аналогом топографического плана или карты в бумажном представлении, – основа любой геоинформационной системы. ГИС позволяют устанавливать связь между объектами и связанными с ними характеристиками при помощи персонального компьютера.

Геоинформатика существует в трех ипостасях как наука, техника и производство. Это триединство является одним из факторов, сближающим картографию и геоинформатику [11].

Геоинформатика как научная дисциплина изучает природные и социально-экономические геосистемы посредством компьютерного моделирования на основе баз данных и баз знаний. Основные цели геоинформатики как науки – это *управление геосистемами* в широком понимании, включая их инвентаризацию, оценку, прогнозирование, оптимизацию и т. п.

В то же время *геоинформатика – это технология* сбора, хранения, преобразования, отображения и распространения пространственно-координированных данных. ГИС-технологии обеспечивают анализ геоинформации и принятие решений.

Наконец, *геоинформатика как производство* – это изготовление аппаратуры, создание коммерческих программных продуктов и ГИС-оболочек, баз даиных, систем управления, компьютерных систем.

Картография и геоинформатика взаимодействуют по многим направлениям. Они объедииены организациоино, и единство этих двух отраслей науки и техники определяется следующими факторами:

• общегеографические и тематические карты – главный источник пространственной информации о природе, хозяйстве, социальиой сфере, экологической обстановке;

• системы координат и разграфка, принятые в картографии, служат основой для географической локализации всех данных ГИС;

• картографические изображения – самая целесообразная форма представления геоинформации потребителям, а составление карт – одна из осиовных фуикций ГИС.

Геоинформационное картографирование – это автоматизированиое создаиие и использование карт на основе ГИС и баз картографических даиных и знаний.

Цифровой моделью местности (ЦММ) называют совокупиость точек местности с известными координатами в трехмерном пространстве и различными кодовыми обозначениями, предиазначенную для аппроксимации местности с ее природными характеристиками, условиями и объектами. *Цифровая карта* представляет собой цифровую модель местности, хранящуюся в памяти компьютера и являющуюся аналогом карты или плана в обычиом виде.

Электронная карта – это векторная или растровая карта, сформированная в памяти компьютера с помощью программных и технических средств в принятой картографической проекции, системе координат и высот, условных знаках, предназначенная для отображения, анализа, решения различных задач по данным о местности.

База данных цифровой карты включает два варианта информации: пространственную (местоположение объекта) и семантическую (атрибутивную), описывающую свойства объекта. Эти данные содержатся в памяти компьютера в виде набора файлов. Простраиственные характеристики приводятся к форме элементарных объектов – точек, линий, кривых и полигоиов. Атрибутивная информация

представлена в виде таблиц, которые управляются с помощью системы управления базами данных.

В процессе развития СОИ появилось несколько подходов к представлению изображений и большое количество структур данных для реализации этих представлений. Различают позиционное (растровое), структурное (векторное) и комбинированное представление изображений [2].

Растровое представление (растровая модель данных), или позиционное, – цифровое представление пространственных объектов, получаемых в виде неделимых элементов разложения (растра), называемых пикселами. *Пиксел* – элемент отсканированного изображения, наименьшая из его составляющих, получаемая в результате дискредитации изображения.

Векторное (структурное) представление изображений создается набором объектов, определяемых на основе базисных элементов. Другими словами, векторное представление – цифровое представление точечных, линейных и полигональных пространственных объектов в виде набора координатных пар с описанием только геометрии объекта.

Комбинированное представление возникает при переходе от одних представлений к другим, например: растрово-векторное или векторно-растровое преобразование.

Данные с топографической карты или плана могут быть введены в компьютер либо путем поочередной оцифровки каждого объекта, либо путем сканирования всего листа карты электронным сканером. *Оцифровка* – это процесс преобразования пространственных объектов карты в цифровой формат. Атрибутивные характеристики объектов могут вводиться с клавиатуры компьютера в виде словесного описания их свойств.

Список литературы

1. *Гиршберг М. А.* Геодезия. М.: Недра, 1967. С. 26–68.

2. *Неумывакин Ю. К., Перский М. И.* Геодезическое обеспечение землеустроительных и кадастровых работ. М.: Картгеоцентр-Геодезиздат, 1996. С. 320–341.

3. *Скогорева Р. Н.* Геодезия с основами геоинформатики. М.: Высш. шк., 1999. С. 5–14.

4. *Фёдоров В. И., Шилов П. И.* Инженерная геодезия. М.: Недра, 1982. С. 65–74.

5. *Хейфец Б. С., Данилевич Б. Б.* Практикум по инженерной геодезии. М.: Недра, 1973. С. 7–35.

6. *Борщ-Компониец В. И.* Геодезия. Маркшейдерское дело. М.: Недра, 1989. С. 34–56.

7. Практикум по геодезии / Под общ. ред. Н. И. Модринского. М.: Недра, 1973. С. 5–30.

8. *Господинов Г. В., Сорокин В. Н.* Топография. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1967. С. 113–138.

9. *Южанинов В. С.* Картография с основами топографии. М.: Высш. шк., 2001. С. 129–134.

10. *Фельдман В. Д., Михелев Д. Ш.* Основы инженерной геодезии. М.: Высш. шк., 2001. С. 147–149.

11. Берлянт А. М., Картография. М.: Аспект Пресс, 2001. С. 266–270.

12. *Кулешов Д. А., Стрельников Г. Е., Рязанцев Г. Е.* Инженерная геодезия. М.: Картгеоцентр-Геодезиздат, 1996. С. 33–35.

Пособия и принадлежности

Листы топографических карт и планов масштабов 1 : 5 000, 1 : 10 000, 1 : 25 000, таблицы условных знаков, измеритель, нормальный поперечный масштаб, линейка, транспортир, карандаш, миллиметровая бумага, цветные карандаши, комплект аэроснимков к листам карт масштаба 1 : 10 000 и 1 : 25 000, стереоскоп, ученическая тетрадь.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 1

Работа № 1 включает следующие задания:

1. Рамочное оформление листов топографических карт и планов. Изучение системы разграфки и номенклатуры листа топографической карты.

2. Условные знаки. Их классификация. Изображение ситуации и рельефа на топографической карте масштаба 1 : 10 000.

3. Составление топографического описания конкретных участков трассы на карте масштаба 1 : 10 000.

4. Измерение длин линий на карте с использованием линейного и поперечного масштабов.

Ниже излагается содержание лабораторной работы по пунктам, в конце каждого пункта дается конкретное задание, которое студент должен выполнить и результаты привести в тетради для выполнения лабораторных работ.

1. Каждый лист топографической карты ограничен с запада и востока меридианами, а с севера и юга – параллелями. Для определения географических координат точек или изображенных на ней предметов на карте имеется градусная рамка, состоящая из двух параллельных линий, разделенных на минуты широты и на минуты долготы по верхней и нижней сторонам рамки.

Таким образом, чтобы определить по карте широту и долготу какой-либо точки *A*, надо соединить прямой линией одноименные деления минут или соответствующие части одноименных делений. Эта линия будет соответствовать меридиану для данной точки местности. После этого нужно отсчитать широту и долготу от ближайшего к точке *A* угла рамки.

Для того чтобы при помощи карты определять прямоугольные координаты какой-либо точки, на листах топографической карты имеется сетка прямоугольных координат, представляющая собой систему взаимно перпендикулярных прямых линий, параллельных принятым осям прямоугольных координат. Так как линии, составляющие сетку, отстоят одна от другой на целое число километров, то они называются километровыми линиями, а сама сетка – *километровой сеткой.*

Подписи абсцисс, т. е. горизонтальных километровых линий, показывают число километров, на которое та или иная линия

удалена от экватора. К северу от экватора все абсциссы положительны, к югу – отрицательны.

Подписи ординат, т. е. вертикальных километровых линий, показывают число километров, на которое та или иная линия удалена от осевого меридиана.

Топографические карты стран средних и крупных масштабов издаются на нескольких отдельных листах, так как на одном листе в таких масштабах практически невозможно изобразить всю территорию страны или Земли. Система обозначения отдельных листов карты называется *номенклатурой карты*. В основу номенклатуры карт различных масштабов в нашей стране положена Государственная карта масштаба 1 : 1 000 000.

Деление на листы этой карты выполняется следующим образом. Вся земная поверхность делится меридианами через 6° на 60 колонн. Колонны нумеруются арабскими цифрами; счет колонн ведется с запада на восток от меридиана с долготой 180°. Колонны разделяются на ряды параллелями через 4°. Ряды обозначаются заглавными буквами латинского алфавита. Счет рядов ведется от экватора к северному и южному полюсам.

Номенклатура листа карты складывается из указания ряда и колонны, в которых расположен данный лист. Например, ***N*-37** – номенклатура листа, на котором находится г. Москва, ***O*-36** – номенклатура листа, на котором находится г. Санкт-Петербург, ***O*-41** – номенклатура листа, на котором находится г. Екатеринбург. Масштабы карт и их номенклатура приведены в табл. 1.

Задание

Необходимо каждому студенту самостоятельно определить номенклатуру листа карты масштабов 1 : 1 000 000, 1 : 500 000 и 1 : 200 000, в пределах которого находится пункт с заданной преподавателем широтой и долготой.

Пример. Пусть требуется определить номенклатуру листа карты масштаба 1 : 200 000, на котором находится пункт с широтой $\varphi = 50°28'$, долготой $\lambda = 65°49'$. Определим в первую очередь, к какому листу масштаба 1 : 1 000 000 относится искомый лист. Для этого разделим долготу пункта на соответствующий размер рамки (см. табл. 1), получим: $65°49' : 6° = 10 + (5°49'$ в остатке); значит, номер зоны $\boldsymbol{n}$, в которой находится лист, равен 11, а номер

Таблица 1

Размеры отдельных листов топографических карт и планов в зависимости от их масштаба и образцы номенклатуры

Численный масштаб	Линейный масштаб	Размеры рамки		Образцы номенклатуры
		По широте	По долготе	
Карта				
1 : 1 000 000	1см – 10 км	4°	6°	*О*-36
1 : 500 000	1см – 5 км	2°	3°	*О*-36-А
1 : 200 000	1см – 2 км	40'	1°	*О*-36-1
1 : 100 000	1см – 1 км	20'	30'	*О*-36-20
1 : 50 000	1см – 500 м	10'	15'	*О*-36-20-А
1 : 25 000	1см – 250 м	5'	7'30"	*О*-36-20-А-а
1 : 10 000	1см – 100 м	2' 30"	3'45"	*О*-36-20-А-а-1
План				
1 : 5 000	1 см – 50 м	1'15"	1' 52", 5	*О*-36-20-(256)
1 : 2 000	1 см – 20 м	25"	37", 5	*О*-36-20-(256-а)

колонны определится по формуле $N = n + 30$, т. е. на 30 единиц больше. Следовательно, номер колонны равен 41. Делением широты пункта на 4° получим номер пояса: 50°28' : 4° = 12 + (2°28' в остатке); получаем 13-й номер пояса, что соответствует букве ***M*** латинского алфавита. Значит, номенклатура миллионного листа ***M*-41**. Так как долгота западной рамки этого листа равна 60°, а длина рамки листа масштаба 1 : 200 000 равна 1°, имеем

$$\frac{65°49' - 60°}{1°} = 5 + (49' \text{ в остатке}).$$

Отсюда видно, что лист масштаба 1 : 200 000 лежит в 6-й колонне листа ***M*-41**. По широте северной рамки миллионного листа ($\varphi = 52°$) находим

$$\frac{52° - 50°28'}{40'} = \frac{92'}{40'} = 2 + (12' \text{ в остатке}).$$

Следовательно, требуемый лист масштаба 1 : 200 000 лежит в третьем горизонтальном ряду листа ***M*-41**, откуда номер листа масштаба 1 : 200 000 будет XVIII; его номенклатура ***M*-41-XVIII**.

2. Условные знаки должны раскрывать характер рельефа местности и ситуации, т. е. должны содействовать пониманию содержания топографических карт и планов.

Условные знаки подразделяются на три группы: *площадные, внемасштабные и пояснительные.*

Площадные, или *масштабные,* условные знаки предназначаются для изображения местных предметов с соблюдением масштаба плана или карты.

При помощи такого знака на топографической карте можно определить не только местоположение предмета, но и его размеры. Кроме того, на карте сохраняется сходство контуров изображенных предметов местности и их ориентировка. На рис. 1 изображены наиболее распространенные площадные знаки.

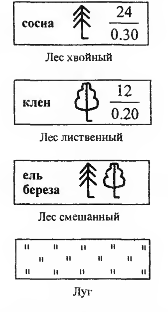


Рис. 1. Площадные условные знаки

Внемасштабные условные знаки (рис. 2) применяются в том случае, когда местные предметы не могут быть выражены контурным знаком вследствие своей малости. По внемасштабным условным знакам невозможно судить о размерах предметов местности. Однако определенная точка в каждом из этих знаков соответствует положению предмета на местности. Так, например,

у некоторых условных знаков эта точка располагается в центре знака (пункты триангуляции, склады горючего, колодцы), у других знаков – в середине основания (ветряные мельницы, памятники), в вершине прямого угла в основании знака (километровые столбы, указатели дорог) и т. д.



Рис. 2. Внемасштабные условные знаки

В рассмотренных выше группах условных знаков промежуточное положение занимают условные знаки железных и автогужевых дорог, ограждений и пр., т. е. знаки объектов местности, имеющих значительную протяженность и небольшую ширину. Длина таких объектов обычно выражена в масштабе карты, а их ширина на карте выражена вне масштаба: как правило, она больше ширины изображаемого объекта местности, а его положению на карте соответствует продольная ось условного знака. Иногда такие условные знаки выделяют в отдельную группу и называют *линейными* условными знаками.

Пояснительные условные знаки предназначаются для дополнительной характеристики изображаемых на карте объектов местности. Например, ширина и характер покрытия дорог, число дворов в населенных пунктах, средняя высота и толщина деревьев в лесу и т. д. (рис. 3).

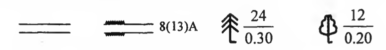


Рис. 3. Пояснительные условные знаки

Рельеф на топографических картах изображается *горизонталями* (кривые линии, соединяющие точки местности с одинаковыми отметками). Однако не все элементы рельефа могут быть выражены горизонталями (например, курганы, ямы, камни и т. п.). Указанные детали рельефа изображают условными внемасштабными знаками (рис. 4) с использованием в некоторых случаях пояснительных условных знаков.



Рис. 4. Внемасштабные условные знаки для изображения элементов рельефа

Задание

На листе карты 1 : 10 000 необходимо найти три группы условных знаков (не менее пяти в каждой), зарисовать их в тетради для выполнения лабораторных занятий по геодезии, указав прямоугольные координаты юго-западного квадрата (например, $X = 6012$ км; $Y = 3452$ км).

3. Для астронома-геодезиста, специалиста по геоинформационным системам топографическая карта или план дает разнообразные сведения о природных и социально-экономических условиях местности, т. е. о растительности, формах и характере рельефа, сырьевых ресурсах, населенных пунктах, путях сообщения и т. д. Все эти данные составляют содержание топографической карты и изображаются на ней, как мы уже узнали, при помощи площадных и внемасштабных условных знаков и пояснительных подписей. Умение читать топографическую карту и получать с ее помощью наиболее важные сведения о местности имеет большое значение для инженера любой специальности.

Задание

Составить топографическое описание трассы, выделенной на карте масштаба 1 : 10 000. Ширина примерно 3 см в ту и другую сторону от оси трассы. В топографическом описании трассы необходимо указать следующее:

а) наличие на трассе пунктов геодезической сети;

б) описание рельефа местности;

в) гидрография (реки, озера, болота);

г) растительность;

д) населенные пункты и их краткая характеристика;

е) железные и шоссейные дороги.

4. Измерение длины прямолинейного отрезка производится путем установки ножек измерителя в точки, обозначающие начало и конец заданного отрезка. Затем, не изменяя раствора, измеритель прикладывают к линейному масштабу, который находится за южной стороной рамки листа карты, и определяют расстояние между точками на местности.

Для контроля линии измеряются дважды. Расхождение (в метрах) между результатами измерений не должно быть больше $T\sqrt{2} \approx 1{,}5\ T$, где T – число тысяч в знаменателе численного масштаба карты.

Если отрезок окажется длиннее линейного масштаба, его измеряют по частям раствором измерителя, кратным основанию масштаба. В этом случае расхождение в измерении отрезка в прямом и обратном направлениях не должно превышать $T\sqrt{2n}$, где n – число установок измерителя при измерении данного отрезка.

Длину прямолинейного отрезка можно определить по нормальному (сотенному) поперечному масштабу.

Основание нормального поперечного масштаба равно 2 см, деление основания – 0,2 см и наименьшее деление – 0,02 см.

Измерение длины ломаной линии выполняется путем постепенного ее спрямления (рис. 5).

Для того чтобы измерить длину ломаной линии (**абвгд**), поступаем следующим образом. Устанавливаем ножки измерителя в точках **а** и **б**. Затем, не изменяя раствора измерителя, вращаем последний вокруг ножки **б** до тех пор, пока ножка **а** не окажется на продолжении отрезка **бв** в точке $\mathbf{а}_1$. Затем, оставляя ножку **а**

неподвижной в точке **а₁**, передвигаем ножку **б** в точку **в**. Отрезок **а₁в** представляет сумму отрезков **аб** и **бв**. Последовательно перемещая ножку **а₁** в точки **а₂** и **а₃**, а ножку **б** – в точки **г** и **д**, получим общую длину ломаной линии **абвгд** в виде раствора измерителя **а₃д**. Длину отрезка **а₃д** определяем по линейному масштабу.

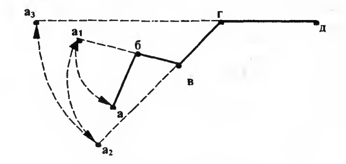


Рис. 5. Измерение ломаной линии

Для контроля выполняем измерение длины ломаной линии в обратном направлении, т. е. от точки **д** к точке **а**. Расхождение между результатами не должно превышать $T\sqrt{2n}$, где n – число перемещений ножек измерителя.

Измерение извилистой линии выполняется последовательным откладыванием на ней измерителем отрезка длиной 2–4 мм. Величина отрезка зависит от извилистости измеряемой линии.

Общая длина извилистой линии в миллиметрах вычисляется как произведение длины отрезка, взятого в раствор измерителя, на число перестановок последнего плюс остаток. Длина остатка измеряется по линейному масштабу.

Задание

На карте масштаба 1 : 10 000 с помощью линейного и поперечного масштабов необходимо выполнить измерение длины прямолинейного отрезка, ломаной линии и извилистой линии (в прямом и обратном направлениях). Студент самостоятельно выбирает соответствующую линию на карте, зарисовывает ее в тетради для лабораторных работ, указав при этом прямоугольные координаты юго-западного квадрата, где находится линия, либо приведя соответствующие надписи в начале и в конце выбранной линии.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 2

Работа № 2 включает следующие задания:

1. Изучение по горизонталям основных форм рельефа.
2. Определение отметок точек местности по горизонталям.
3. Определение крутизны ската с помощью масштаба заложений.
4. Проведение границ водосборной площади.
5. Построение профиля местности по заданному на карте направлению и определение видимости между точками с помощью построенного профиля.

Основной задачей лабораторной работы № 2 является изучение рельефа, изображенного горизонталями, и решение наиболее часто встречающихся задач на топографической карте.

1. Совокупность неровностей физической поверхности Земли называется *рельефом* земной поверхности. Существуют разные способы изображения рельефа на планах и картах. Наиболее удобным способом является *способ горизонталей*, который заключается в следующем. Представим себе некоторый рельеф (рис. 6, *а*) и рассечем его мысленно горизонтальными плоскостями (уровенными поверхностями), находящимися на одинаковом по высоте расстоянии друг от друга. В сечении этих плоскостей с земной поверхностью получатся замкнутые кривые, которые называются изогипсами или *горизонталями.* Таким образом, горизонталь представляет собой линию, проходящую через точки с одинаковыми высотами. Для получения изображения рельефа остается спроектировать эти линии на горизонтальную плоскость чертежа (рис. 6, *а*). Расстояние между секущими плоскостями по высоте в пределах одного плана или карты везде одинаково, обозначается буквой *h* и называется *высотой сечения рельефа.* Горизонтали как условный знак имеют недостаток: между ними не выражен рельеф. В особо важных случаях между горизонталями проводят *полугоризонтали* или *вспомогательные горизонтали*, уменьшая высоту сечения вдвое и обозначая их прерывистой линией.

Обычно рельеф имеет весьма сложный вид, его отдельные элементы – неправильную форму, а соединение их между собой не подчиняется никакому закону. Вследствие этого классификация форм рельефа представляет трудности и может быть прове-

дена лишь в общих чертах. Во всяком случае, рельеф можно разделить на два главных вида: возвышенности и впадины. Среди возвышенностей мы различаем горы, холмы и хребты; среди впадин им соответствуют котловины и лощины.

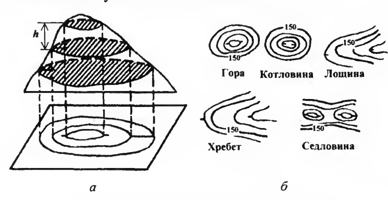


Рис. 6. Изображение рельефа местности горизонталями

На картах и планах *возвышенность* (гору, холм) и *впадину* (котловину, лощину) [12] изображают системой замкнутых горизонталей, расположенных одна внутри другой (рис. 6, *б*). Самая длинная из горизонталей будет соответствовать подошве возвышенности, а самая короткая – вершине возвышенности или дну впадины. На плане или карте возвышенность от впадины отличают:

• по направлению *бергштрихов* (особых коротких черточек, расположенных перпендикулярно к горизонталям и обозначающих направление ската);

• отметкам горизонталей (для возвышенности меньшая горизонталь имеет наибольшую отметку, а для впадины – наименьшую);

• расположению водоемов (нередко они заполняют днища впадины);

• расположению цифр в отметке горизонталей (верх цифр направлен в сторону повышения рельефа местности).

Изучение рельефа, изображенного горизонталями на листе топографической карты, начинается с определения на карте направления повышения и понижения местности. При этом руководствуются следующими признаками:

а) бергштрихи всегда направлены в сторону понижения;

б) основания цифр, которыми подписаны горизонтали, располагаются в направлении понижения ската;

в) к водоемам и водостокам местность понижается;

г) в одну сторону от горизонталей местность повышается, а в другую – понижается;

д) горизонтали перегибаются на водораздельных линиях хребтов и на тальвегах лощин.

Хребет или лощину на карте и плане изображают горизонталями, расположенными одна внутри другой и вытянутыми в одном направлении. Линия, проведенная через точки с наибольшей кривизной горизонталей, называется *водораздельной* (для хребта) или *водосборной* (для лощины).

Седловиной, или *перевалом*, называют пониженную часть водораздела, расположенную между двумя смежными вершинами, между двумя лощинами, расходящимися в противоположные стороны. Таким образом, на топографической карте (плане) седловина будет находиться между двумя одноименными горизонталями, окружающими две высоты.

Задание

На карте масштаба 1 : 10 000 укажите квадраты (координаты *x*, *y* юго-западного угла), в которых находятся указанные выше основные формы рельефа, и зарисуйте их в тетрадь для лабораторных работ.

2. Пусть требуется определить отметку точки M между смежными горизонталями с отметками H_1 и H_2 (рис. 7).

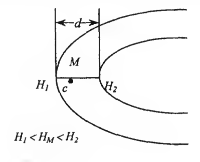


Рис. 7. Принцип определения отметки точки на карте

Проведем через точку M линию, нормальную к горизонталям, и измерим отрезки c и d. Отметка точки M определится следующим образом:

$$H = H_1 + \frac{c}{d}(H_2 - H_1). \tag{1}$$

Задание

Определите на карте масштаба 1 : 10 000 отметку указанного преподавателем объекта.

3. Для определения крутизны ската на топографических картах имеется специальный график, называемый *масштабом заложений* (рис. 8, *б*).

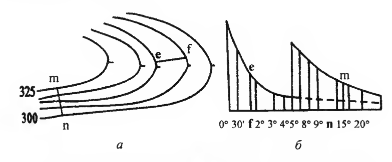


Рис. 8. Определение крутизны ската линии по масштабу заложений

Вдоль его горизонтальной оси (основания) отложены значения углов наклона, а на перпендикулярах к ней – соответствующие им заложения в масштабе карты. Вершины перпендикуляров соединены кривыми. Пусть требуется определить крутизну ската вдоль отрезка ***ef*** (рис. 8, *а*).

Взяв отрезок ***ef*** в раствор циркуля, перемещают нижнюю ножку циркуля вдоль основания масштаба заложений до тех пор, пока верхняя ножка не окажется на кривой. Затем отсчитывается крутизна ската. За направление ската принимают линию наибольшей крутизны. В данном примере крутизна ската равна 1,7°.

При малых значениях заложений пользуются правой частью масштаба. Для этого определяют длину заложения между соседними утолщенными горизонталями. Например, для отрезка ***mn***,

(рис. 8, *а*) крутизна ската равна 9,5°. В инженерной практике крутизна ската характеризуется также *уклоном* ***i***, вычисляемым по формуле

$$i = \operatorname{tg} \nu = \frac{h}{a}\ , \qquad (2)$$

где h – высота сечения рельефа, a – заложение, определяемое по масштабу плана (рис. 9).

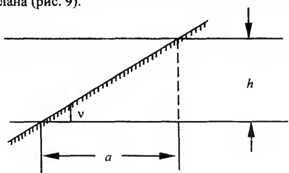


Рис. 9. Вычисление уклона линии

Уклон линии обычно выражается в процентах или промиллях (тысячных долях единицы).

При проектировании инженерных сооружений нередко возникает необходимость быстро определить уклоны на глаз для отдельных участков карты. Можно рекомендовать следующий способ. Для нормальной высоты сечения рельефа h имеем:

$$h = 0{,}2\,M \text{ мм}, \qquad (3)$$

где M – знаменатель численного масштаба карты.

Чтобы горизонтали на карте не сливались между собой, расстояние между ними (заложение ската) a должно быть не меньше 0,2 мм, т. е. $a_{\min}$= 0,2 мм.

Подставив в формулу (2) значение a в сантиметрах и h, согласно (3), получим

$$i = \operatorname{tg} \nu = \frac{h}{aM}\cdot \qquad (4)$$

Из формул (3) и (4) имеем

$$i = \frac{0{,}02\ \text{см}}{a_{\text{см}}}. \qquad (5)$$

При $a_{\text{см}}$= 1 см получаем i = 0,02.

Нормальная высота сечения рельефа для масштабов:

1 : 5000	h = 1 м
1 : 10 000	h = 2 м
1 : 25 000	h = 5 м
1 : 50 000	h = 10 м
1 : 100 000	h = 20 м

Следовательно, для карт с нормальной высотой сечения рельефа независимо от их масштаба заложению в 1 см соответствует уклон 0,020 (двадцать тысячных). Это значит, что уклон данной линии во столько раз больше или меньше 0,02, во сколько раз величина соответствующего заложения меньше или больше 1 см.

Пример. Определить уклон ***i*** для участка проселочной дороги между горизонталями 30,0 и 30,5 м к северо-западу от деревни Завадовка между точками А и Б.

Длина заданного заложения между точками А и Б оказалась равной примерно 1/2 см, следовательно, $i \approx 0{,}02 \cdot 2 \approx 0{,}04$.

Задание

На карте масштаба 1 : 10 000 определить по масштабу заложений среднюю крутизну ската и средний уклон по направлению, заданному преподавателем.

4. Граница водосборной площади проходит по водораздельным линиям хребтов (ими являются нормали к горизонталям в точках их перегиба на хребтах), через вершины и седловины.

Требуется определить границы участка местности, с которого стекает вода, т. е. *границу водосборной площади*, на карте масштаба 1 : 10 000. Студенты самостоятельно выбирают участок местности, зарисовывают его в тетрадь, красным карандашом пунктирной линией показывает границу водосборной площади.

Пример. От заданного створа водотока (точка В, рис. 10) проводят кривую линию, нормальную к горизонтали 167,5; затем

продолжают эту линию по водоразделу до высоты 182,8 м; на данном участке эта линия также нормальна к горизонталям, пересекая их в местах наибольшей кривизны. Аналогично проводят границу водосборной площади от точки В к высоте 183,3 м.

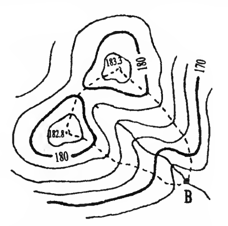


Рис. 10. Проведение на карте границ водосборной площади

Между высотами 182,8 и 183,3 эта граница пройдет по гребню седловины, нормально к горизонталям образующих ее холмов.

5. На топографическом плане масштаба 1 : 5 000 необходимо построить вертикальный профиль по направлению *АВ*. На листе миллиметровой бумаги на расстоянии 2–3 см от нижнего края проводят прямую линию (условный горизонт УГ) и сгибают по ней лист бумаги. Сгиб прикладывают к заданному направлению и на нем отмечают точки *А*, *В* и все пересечения направления с горизонталями (рис. 11, *а*) [10]. Лист разворачивают и подписывают отметки точек. Условному горизонту придают какую-либо отметку, меньшую самой низкой горизонтали. Из отмеченных точек восставляют перпендикуляры и на них в заданном вертикальном масштабе откладывают отметки точек. Обычно для наглядности вертикальный масштаб выбирается в 10 раз крупнее горизонтального. Концы перпендикуляров соединяют прямыми отрезками и получают профиль по направлению *АВ* (рис. 11, *б*).

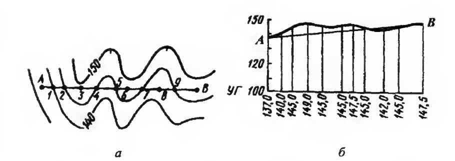


Рис. 11. Схемы построения профиля по заданному направлению и определение видимости между точками

Построенный вертикальный профиль позволяет получить вертикальный разрез местности по данному направлению, определить условия видимости по данному направлению, определить объем работ при строительстве и инженерных расчетах. Чтобы установить, имеется ли взаимная видимость между точками местности, достаточно соединить их на профиле прямой линией (рис. 11, *б*). Если эта линия не пересекает линии профиля, то взаимная видимость между точками имеется. В том случае если взаимной видимости между точками нет, то по профилю можно установить, на какую величину надо поднять одну из них, чтобы взаимная видимость появилась.

Задание

На листе миллиметровой бумаги строим вертикальный профиль по направлению *AB* (точка *A* – вершина холма с отметкой H_A = 159,4 м, точка *B* – вершина холма с H_B = 160,3 м). Для построения используется топографический план масштаба 1 : 5 000.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 3

Лабораторная работа включает индивидуальные задания, связанные с ориентированием линий карты и определением координат точки, заданной на топографической карте масштаба 1 : 10 000.

1. Определение дирекционного угла, истинного и магнитного азимутов, румба заданного направления.
2. Определение прямоугольных и географических координат точки, заданной на топографической карте.
3. Ориентирование топографической карты.

1. Ориентирование линий на местности производят относительно истинного меридиана, проходящего через начальную точку определяемой линии, относительно магнитного меридиана или осевого меридиана, проходящего через эту же точку.

Угол, образуемый ориентируемой линией и направлением исходного меридиана, называется *углом ориентирования*. Углами ориентирования являются *азимуты, дирекционные углы* и *румбы.*

Азимутом называется угол, отсчитываемый от северного направления меридиана по ходу часовой стрелки до данного направления. Азимут изменяется от 0° до 360°. Азимут называется *истинным*, если он отсчитан от направления географического, или истинного, меридиана (A), и магнитным, если он определяется от магнитного меридиана ($A_м$).

Направление истинного меридиана в данной точке местности можно определить из специальных астрономических определений, а направление магнитного – посредством магнитной стрелки, которая устанавливается под действием земного магнетизма в направлении магнитного меридиана.

Пусть на местности в начальной точке линии **МК** определено направление истинного меридиана NS и магнитного $N_м S_м$ (рис. 12).

Тогда истинный и магнитный азимуты заданного направления связаны между собой следующим образом:

$$A = A_{М} \pm \delta,$$

причем восточное склонение условимся считать положительным, а западное отрицательным. Таким образом, истинный азимут равен

магнитному азимуту плюс-минус склонение магнитной стрелки. Величина δ берется с листа топографической карты.

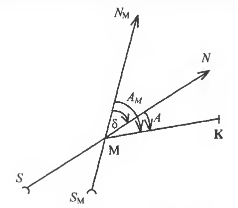


Рис. 12. Связь между магнитным и истинным азимутом

Дирекционные углы применяются в геодезии для ориентирования линий относительно осевого меридиана или линии, ему параллельной. На рис. 13 меридиан $\mathbf{С_1Ю_1}$ в точке $\mathbf{M_1}$ будем считать осевым меридианом. Линию $\mathbf{С_2Ю_2}$ будем рассматривать как истинный меридиан в точке $\mathbf{M_2}$, а $\mathbf{С_1'Ю_1'}$– как направление, параллельное осевому меридиану $\mathbf{С_1Ю_1}$. Если мы примем направление осевого меридиана, проходящего через точку $\mathbf{M_1}$, за начальное исходное и условимся ориентировать отрезки прямой в точках $\mathbf{M_2}$, $\mathbf{M_3}$ и т. д. относительно этого направления, то, проводя прямые, параллельные исходному меридиану, получим углы α_1, α_2, α_3 и т. д.

Углы α_1, α_2, α_3, ориентирующие линию относительно направления, параллельного исходному, называются *дирекционными углами*. Итак, *дирекционный угол* – это угол, отсчитываемый от северного направления осевого меридиана или линии, ему параллельной, по ходу часовой стрелки до данного направления в пределах от 0° до 360° .

Азимут $\mathbf{A_2}$ в точке $\mathbf{M_2}$ отличается от азимута $\mathbf{A_1}$ в точке $\mathbf{M_1}$ на величину угла γ между меридианами этих точек. Угол γ называется *сближением меридианов*. Под южной рамкой листа топографической карты приводится значение сближения меридианов в средней точке листа по отношению к осевому меридиану зоны.

Условимся для точек, расположенных к востоку от данной точки, считать γ положительным, а для точек, расположенных к западу от данной точки, считать γ отрицательным.

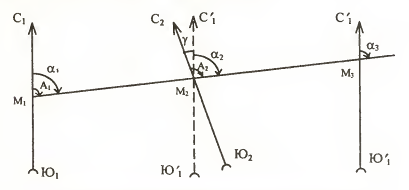


Рис. 13. Ориентирование направления с помощью дирекционного угла

Иногда на практике удобнее пользоваться при определении направлений линий острыми углами, называемыми румбами. *Румб* – острый угол, отсчитываемый от ближайшей части меридиана (северной или южной) до данной линии. Румбы меняются от 0° до 90°. На рис. 14 r_1, r_2, r_3, r_4 – румбы линий М1, М2, М3, М4.

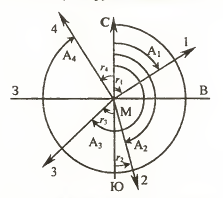


Рис. 14. Связь между румбом и азимутом

Для того чтобы определить румбом направление данной линии относительно меридиана, необходимо кроме числового значения указать название той четверти, в которой проходит линия (СВ, ЮВ, ЮЗ, СЗ). Например, линия М1 имеет румб r_1 = СВ: 60°.

В зависимости от того, отсчитываются румбы от магнитного или истинного меридиана, их называют *магнитными* или *истинными.* Зная азимут линии, можно определить название румба и его величину (табл. 2). Чтобы измерить дирекционный угол линии, заданной на топографической карте, необходимо продолжить эту линию до пересечения с ближайшей «вертикальной» линией километровой сетки. К точке пересечения прикладываем центр транспортира так, чтобы его нулевой диаметр совпал с километровой линией. Угол α, отсчитанный по транспортиру по ходу часовой стрелки от северного направления километровой линии, есть дирекционный угол заданного направления на карте.

Таблица 2

Связь между румбом и азимутом направления

Четверть	Пределы изменения азимута (А)	Румб	Название румба
I	от 0° до 90°	$r = A°$	СВ
II	от 90° до 180°	$r = 180° - A°$	ЮВ
III	от 180° до 270°	$r = A° - 180°$	ЮЗ
IV	от 270° до 360°	$r = 360° - A°$	СЗ

Истинный азимут того же направления получим, прибавив к измеренному дирекционному углу величину сближения меридианов с соответствующим знаком. Магнитный азимут получим, прибавив к значению истинного азимута величину склонения магнитной стрелки с соответствующим знаком. Можно отсчитать истинный азимут следующим образом. На карте, соединив прямыми линиями одноименные концы соответствующих минутных интервалов меридианной сетки, получим направление истинного меридиана. Перенесем его параллельно в начальную точку линии и от северного конца этого направления до исходного, измерим по транспортиру угол. Румб определяют по значению истинного или магнитного азимута пользуясь табл. 2.

2. С помощью помещенной на топографических картах километровой сетки можно определить прямоугольные координаты X, Y – любой точки **А** листа карты.

Координаты любой точки А, находящейся на карте, определяют по формулам

$$X_A = X_n + a, \qquad Y_A = Y_n + b,$$

где X_n и Y_n – координаты юго-западного угла квадрата километровой сетки, внутри которого находится точка А; a и b – расстояния от точки А соответственно до южной и западной сторон квадрата. Значения X_n и Y_n выписывают непосредственно с карты, а величины a и b измеряют по линейному масштабу.

В зональной системе координат за начало принята точка пересечения среднего (осевого) меридиана зоны с экватором. За ось принято направление осевого меридиана, причем к северу от экватора абсциссы X считаются положительными, а к югу – отрицательными. За ось Y принята проекция экватора, причем значения ординат возрастают с запада на восток в правой части зоны и с востока на запад – в левой.

Цифровые обозначения линий координатной сетки обозначают их координаты в пределах зоны в километрах. Например, число 6176 у одной из горизонтальных линий сетки листа карты соответствует абсциссе X, равной 6176 км, а число 6312 у первой вертикальной линии сетки соответствует ординате Y. Цифра 6 этого числа указывает порядковый номер зоны, счет которых идет от начального (Гринвичского) меридиана в направлении с запада на восток.

Так как среднему (осевому) меридиану зоны условно присвоена ордината 500 км, а не 0, то число 312 (меньшее 500) указывает на то, что все точки, которым соответствует данная линия сетки, удалены влево (на запад) от среднего меридиана зоны на расстояние 500 – 312 = 188 км.

На топографических картах географические координаты точки определяют с помощью сетки географических координат, помещенной на внутренней рамке каждого листа карты.

Для определения широты φ точки А к северу и югу от этой точки проводят параллели, т. е. соединяют прямыми линиями одноименные концы соответствующих минутных интервалов минутной рамки. Обозначим широты этих линий через φ_1 и φ_2. Опустив из точки А перпендикуляр на параллель с широтой φ_1 и выразив его длину $\Delta\varphi$ в градусной мере, найдем широту точки А из соотношения $\varphi = \varphi_1 + \Delta\varphi$. Аналогично, опустив из точки А

перпендикуляр на меридиан с долготой λ_1 и выразив его длину $\Delta\lambda$ в градусной мере, найдем долготу точки **А** из соотношения $\lambda = \lambda_1 + \Delta\lambda$.

Величину $\Delta\varphi$ удобнее определить косвенным путем (рис. 15).

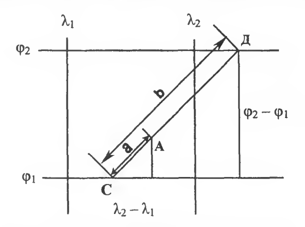


Рис. 15. Определение географических координат точки, заданной на топографической карте

Для этого проведем через точку **А** под произвольным углом линию до пересечения с параллелями φ_1 и φ_2 в точках **С** и **Д**; обозначим **СА** = *a* и **СД** = *b*.

Из рис. 15 имеем:

$$\Delta\varphi = (\varphi_2 - \varphi_1)\frac{a}{b}. \tag{1}$$

Как видно из (1), определение величины $\Delta\varphi$ сводится к измерению отрезков *a* и *b* с помощью миллиметровой линейки. Аналогично, пользуясь отрезками меридианов λ_1 и λ_2 (рис. 15), можно определить долготу λ точки **А**. Дня контроля географических координат φ и λ измерения необходимо выполнить дважды, изменив положение линейки и, следовательно, при других значениях отрезков *a* и *b*.

3. Ориентировать карту – значит расположить ее так, чтобы направления линий на карте стали параллельны направлениям горизонтальных проекций соответствующих линий местности.

Это можно сделать разными способами.

Первый способ. Чтобы ориентировать карту, следует установить на ней буссоль (компас) так, чтобы нулевой диаметр *NS* совместился или стал параллелен истинному меридиану карты. Затем отпускают стрелку и поворачивают карту вместе с установленной на ней буссолью до тех пор, пока северный конец магнитной стрелки установится на отсчете, равной указанному на карте склонению магнитной стрелки δ.

Второй способ. Карту можно также ориентировать, приложив буссоль к вертикальным линиям координатной сетки, параллельным осевому меридиану зоны. В этом случае необходимо учесть суммарную поправку **П** за склонение магнитной стрелки δ и сближение меридианов γ:

$$\mathbf{П} = \delta - \gamma.$$

Эту поправку вычисляют пользуясь значениями склонения стрелки и сближения меридианов, обычно указываемыми за южной стороной рамки листа карты. Устанавливают буссоль так, чтобы нулевой диаметр ***NS*** был параллелен вертикальной линии координатной сетки, отпускают стрелку и поворачивают карту до тех пор, пока северный конец магнитной стрелки установится на отсчет, равный **П**.

Третий способ. Карту можно ориентировать по линии, имеющейся на местности и на карте (например, по дороге, линии связи и т. д.). Встав на линии местности, располагают карту так, чтобы изображенная на ней линия стала параллельна линии местности. При этом надо следить, чтобы не была допущена ошибка в ориентировке величиной 180°.

Задание

Предположите, что вы находитесь на местности, изображенной на листе учебной карты масштаба 1 : 10 000. С помощью буссоли (компаса) выполните ориентирование листа карты в указанной точке, руководствуясь заданными значениями склонения магнитной стрелки и сближения меридианов.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №4

Основной задачей лабораторной работы является знакомство с процессом дешифрирования аэроснимков и изучение их стереоскопических свойств.

1. Используя комплект аэроснимков по трем маршрутам, составить накидной монтаж.

2. По каждому из трех маршрутов найти различия между картой масштаба 1 : 10 000 и аэроснимками.

3. Найти различия между снимками и картой масштаба 1 : 25 000.

4. Получить прямое и обратное объемное изображение сфотографированной поверхности по стереопаре с использованием стереоскопа.

1. *Аэроснимками* (АФС) называются фотографии местности, полученные с помощью аэрофотоаппаратов (АФА), которые устанавливаются на самолетах. С аэроснимков можно почерпнуть как качественную, так и количественную характеристики местности, что дает возможность использовать материалы для решения следующих задач:

• составления топографических карт;

• первоначального ознакомления с географическими особенностями сфотографированной местности;

• ориентирования на местности.

Кроме того, материалы аэросъемки (как отдельные снимки, так и их монтажи) обычно используют в качестве топографической основы для составления топографических карт.

Для больших территорий топографические карты и планы всех масштабов составляют преимущественно аэрофототопографическим методом, сущность которого состоит в следующем. С самолета (или с другого носителя) с определенной высоты, зависящей от масштаба съемки, местность фотографируют с помощью автоматического аэрофотоаппарата при почти вертикальной его оптической оси. Пилот, подлетая к району, который следует сфотографировать, должен набрать заданную высоту и лечь на рабочий курс. Как только самолет достигнет заранее намеченного входного ориентира (объект местности, хорошо заметный с самолета), аэросъемщик включает АФА, который, благодаря автоматическому устройству, начинает производить фотографирование.

Долетев до границы фотографируемого района, которая отмечается выходным ориентиром, пилот ведет самолет по второму маршруту, затем по третьему (рис. 16) и т. д., пока не будет сфотографирован весь район съемки. Интервал времени t между выдержками рассчитывается и задается так, чтобы на последующем аэроснимке оказалась бы снятой часть территории, уже сфотографированной на предыдущем аэроснимке [9]. Таким образом, каждый последующий аэроснимок перекрывает предыдущий, и следовательно, все аэроснимки могут быть наложены друг на друга путем совмещения тождественных контуров. Это перекрытие аэроснимков вдоль полетного маршрута называется *продольным* и составляет от 60 до 90 % от длины стороны аэроснимка.

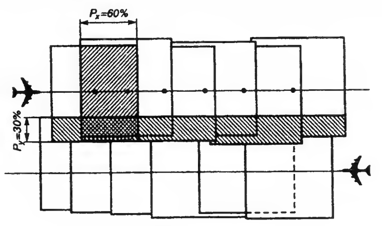


Рис. 16. Схема аэрофотографического залета территории и перекрытий снимков

Снимки второго маршрута, перекрываясь друг с другом, перекрывают также снимки первого маршрута. Это перекрытие между аэроснимками двух соседних маршрутов называется *поперечным* и составляет 30–40 % от стороны аэроснимка. Благодаря такому способу фотографирования, оказывается возможным смонтировать все аэроснимки в один *накидной монтаж*, последовательно накладывая («накидывая») один аэроснимок на другой, совмещая тождественные изображения сфотографированных объектов и контуров местности.

З а д а н и е

Используя комплект аэроснимков для листа карты У-35-38-А-в-3 масштаба 1 : 10 000, по трем маршрутам составить накидной монтаж данного участка местности.

2. *Дешифрирование* – это процесс извлечения разнообразных информационных данных из фотоизображений земной поверхности. Оно не менее важно, чем сама аэрофотосъемка, так как является основным этапом создания и обновления топографических карт. При дешифрировании осуществляются распознавание и обнаружение объектов, определение их географической сущности, качественных и количественных характеристик, отображение результатов изучения условными знаками. Качество дешифрирования зависит не только от оптических и геометрических свойств АФС, применяемых приборов, но во многом определяется уровнем знаний, опытом и природными данными дешифровщика.

В зависимости от поставленных задач различают *общегеографическое* (топографическое и ландшафтное) и *специальное* (геологическое, почвенное, лесное, военное и др.) дешифрирование.

Топографическое дешифрирование производится с целью обнаружения и получения качественных и количественных характеристик объектов, которые должны быть на топографической карте.

Различают *полевой, камеральный* и *комбинированный* методы дешифрирования.

При полевом дешифрировании объекты на АФС распознаются непосредственно в поле путем сличения с натурой; при камеральном (комнатном) дешифрировании – в лабораторных условиях; при комбинированном – и в поле, и по созданным эталонам дешифрирования участков характерных ландшафтов.

Дешифрирование АФС производится визуально или с помощью стереофотограмметрических приборов: стереоскопа, стереометра, стереопроектора. Лучшие результаты дает сочетание полевого и камерального дешифрирования АФС. Во всех случаях дешифрирование должно опираться на знание основных географических закономерностей и особенностей исследуемой местности, а также на изучение дешифровочных признаков объектов. Их подразделяют на *прямые* и *косвенные*. Дешифровочными признаками

считают характерные свойства сфотографированных объектов, по которым эти объекты могут быть обнаружены и опознаны.

Свойства объектов, отобразившихся на АФС, называют *прямыми признаками*. К ним относятся размеры, форма, тень, фототон (цвет) изображения объекта, а также структура фотоизображения.

Форма – основной прямой дешифровочный признак, выявляющий наличие объекта и некоторые его свойства. Например, на плановых аэроснимках плоские объекты (пашни, озера и т. д.) сохраняют свои очертания. Тогда как вертикальные объекты (трубы, сооружения башенного типа и т. д.) изображаются в ортогональной проекции в центре снимка, а при удалении от центра (главной точки) приобретают все более перспективное изображение, с наклоном от главной точки. По радиальному направлению форму объектов на АФС определяют по изображению их теней. Различают тени собственную и падающую. Часть объекта, расположенная со стороны, противоположной Солнцу, имеет собственную тень. Падающая тень отбрасывается объектом на поверхность Земли (другие предметы). Длина тени зависит от высоты Солнца и самого объекта. По теням на АФС определяют высоту объектов.

Размер изображения объекта зависит от масштаба снимка. Линейная величина объекта определяется по формуле $L = lm$, где l – длина (ширина) объекта на снимке, L – длина объекта в натуре, m – знаменатель масштаба снимка [9].

Тон фотоизображения объекта зависит от степени почернения фотоэмульсионного слоя или яркости изображаемого объекта. Разный тон изображения на АФС обусловлен различной отражательной способностью, цветом объектов, условиями освещенности, качеством съемочной аппаратуры и фотоматериалов. Объекты с высоким коэффициентом яркости имеют на АФС более светлый тон (светлоокрашенные, сухие, гладкие, наиболее освещенные), а шероховатые и сильно увлажненные – более темный.

Рисунок (структура) фотоизображения обусловлен повторяемостью и характером размещения отдельных деталей. Он создается закономерным сочетанием ряда элементов, составляющих объект, и передает структуру этого объекта. Рисунок фотоизображения зависит от внутренних связей между компонентами

ландшафта и процессов, происходящих в конкретном природном комплексе. Каждому природно-территориальному комплексу свойственен определенный рисунок, передающий его морфологические особенности. Различают *бесструктурный* рисунок, характерный для изображения спокойной водной поверхности, луговой растительности, и *структурный* – пятнистый, зернистый, точечный, полосатый и т. д. Например, пятнистый рисунок характерен для торфяно-бугристой тундры; полосатый – для изображения свежевспаханных полей; линейно-точечный – для посевов технических культур; зернистый отображает участки леса.

Существенное значение при дешифрировании АФС имеют *косвенные* признаки, основанные на связях и взаимозависимостях объектов местности. Зная географические закономерности, можно по прямым признакам опознать какие-то объекты и по ним выявить связанные с ними другие, хотя на снимках они не изображены.

При дешифрировании природных, экономических, военных и других объектов широко применяют косвенные признаки. Так, например, грунтовая дорога подходит к реке и продолжается на другом ее берегу. Очевидно, что через реку есть переправа. Направление течения реки можно определить по притокам, впадающим под острым углом к направлению течения; выносы притоков сносятся по течению реки; острова сужаются вниз по течению.

Объектами топографического дешифрирования являются населенные пункты, пути сообщения, линии связи и электропередачи, элементы экономики и культуры, гидрографические объекты, рельеф, грунты и растительность.

Населенные пункты. Они четко выделяются структурой фотоизображения и геометрическими фигурами кварталов. Можно определить тип населенного пункта, характер планировки. Так, сельские населенные пункты, как правило, располагаются на берегах рек, оврагов. Характерно наличие хозяйственных построек, приусадебных участков и пр.

Пути сообщения. Признаками для дешифрирования являются форма и местоположение, светлый тон фотоизображения. Для железных дорог характерна прямолинейность отрезков пути, закругленность поворотов, наличие насыпей и выемок, придорожных сооружений. Автомобильные дороги на АФС изображаются

светлыми линиями разной толщины и извилистости. Грунтовые дороги выделяются извилистыми светлыми линиями с наличием объездов, разъезженных участков. Дороги с покрытием выделяются прямолинейностью, плавностью поворотов, наличием насыпей и выемок, мостов, обсадок. Разъезженные участки дорог, объезды, выделенные на снимках, служат косвенными признаками для характеристики грунта, заболоченных участков местности.

Водные объекты на АФС имеют темный фототон. Для них характерны неправильные очертания, многообразие форм и окраски. Реки, озера, пруды распознаются по форме островов, направлению притоков, мелей и т. д.

Рельеф местности во всем его многообразии наиболее четко распознается при стереоскопическом рассматривании аэрофотоснимков. Дешифровочными признаками служат плановая конфигурация, объемная форма, тень, структура фотоизображения, состав растительности и т. д.

Почвенно-растительный покров. Прямыми дешифровочными признаками служат фототон, структура фотоизображения, форма падающей тени, связь с рельефом и гидрографической сетью. Древесные насаждения опознаются на снимках по относительно темному тону и зернистой структуре, в то же время структура фотоизображения зависит от формы, размера и яркости крон деревьев, состава и расположения их в лесном массиве. Для посаженного леса характерна линейная структура, сады опознаются по правильному изображению «зерен». «Зерна» кустарников мельче, чем «зерна» деревьев, имеют рассредоточенное размещение и очень короткую тень. Травянистые и кустарниковые сообщества на снимках имеют общий серый тон, который сильно варьирует в зависимости от наличия вида растительности и степени влажности болот. Пашни обладают четко выраженной геометрической формой границ, полосчатым рисунком и разнотонностью.

Задание

Используя комплект аэроснимков для листа карты У-35-38-А-в-3 масштаба 1 : 10 000, отдешифрировать не менее пяти различных объектов по каждому из маршрутов (отсутствующих на карте, но имеющихся на снимках, или наоборот),

т. е. по трем маршрутам последовательно найти не менее пяти различий между картой и снимками. Используя пару аэроснимков для листа карты №1-25(кУКА-61) масштаба 1 : 25 000, отдешифрировать не менее пяти различных объектов (отсутствующих на карте, но имеющихся на снимках, или наоборот).

3. Для получения рельефного изображения местности необходимо иметь два перекрывающихся аэроснимка, вместе составляющих *стереопару*. Разглядывая стереопару с помощью специального прибора (стереоскопа), соблюдая при этом определенные условия, мы увидим рельеф местности в объеме, объемные изображения зданий, деревьев и пр.

Для того чтобы на стереопаре увидеть рельефное изображение местности, необходимо попадание изображения левого аэроснимка только в левый глаз, а правого – только в правый. Для осуществления этого условия сконструирован специальный прибор – *стереоскоп*. Наиболее часто встречается зеркально-линзовый стереоскоп (рис. 17). Он состоит из четырех попарно параллельных зеркал, укрепленных на подставке. На пути хода световых лучей, идущих от аэроснимков, установлены линзы, увеличивающие полученную стереомодель местности. Под левую пару зеркал подкладывается левый снимок стереопары, а под правую – правый. Ход лучей и получение стереомодели показаны на рис. 18.

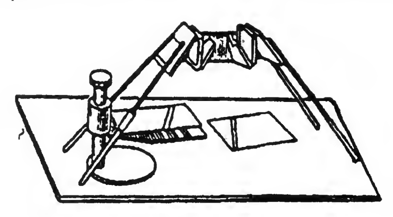


Рис. 17. Зеркально-линзовый стереоскоп

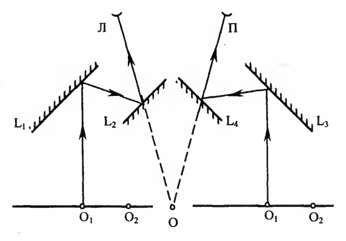


Рис. 18. Ход лучей в стереоскопе

Так как всякий аэроснимок можно рассматривать как совокупность бесконечно большого количества точек, то попарное пересечение бесконечно большого количества лучей, отражаемых идентичными точками обоих аэроснимков, образует объемное изображение сфотографированной поверхности. Существенным является правильное расположение аэроснимков под стереоскопом. Только в этом случае будет получен *прямой стереоскопический эффект*. Если аэроснимки поменять местами, то получится *обратный стереоскопический эффект*.

Задание

Используя любые стереопары из комплекта аэроснимков получить прямой и обратный стереоэффекты снимков для карты масштаба 1 : 10 000 и для карты масштаба 1 : 25 000 (г. Березовск).

Учебное издание

ТОПОГРАФИЧЕСКАЯ КАРТА КАК ОСНОВА ГЕОИНФОРМАТИКИ

Методические указания к лабораторным работам для студентов 1 курса физического факультета специальностей «Астрономия», «Астрономогеодезия», «Информационные системы в технике и технологиях (геоинформационные системы)»

Составители
Левитская Татьяна Иосифовна
Казаченко Наталья Анатольевна

Редактор и корректор М. А. Овечкина
Компьютерный набор Н. А. Казаченко
Оригинал-макет Н. В. Комардиной

Лицензия ИД № 05974 от 03.10.2001. Подписано в печать 12.07.2002.
Формат 60×84 $^{1}/_{16}$. Бумага для множительных аппаратов. Гарнитура Times.
Уч.-изд. л. 2,15. Усл. печ. л. 2,32. Тираж 200 экз. Заказ 226 .

Издательство Уральского университета. 620083, Екатеринбург, пр. Ленина, 51.

Отпечатано в ИПЦ «Издательство УрГУ». 620083, Екатеринбург, ул. Тургенева, 4